УДК 635.152:631.524.022:631.524.85 DOI: 10.25695/AGRPH.2020.01.08

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РЕДИСА (*RAPHANUS SATIVUS* L.) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

А. Б. Курина, А. М. Артемьева

ФГБНУ ВИР

190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42-44

E-mail: nastya_n11@mail.ru

Поступила в редакцию 21 января 2020 г., принята к печати 25 февраля 2020 г.

В статье представлены экспериментальные данные по влиянию экологических условий, создаваемых различными способами выращивания, на изменчивость фенологических и морфологических признаков редиса. Определены степень фенотипической изменчивости селекционно значимых признаков редиса и влияние условий выращивания на размах их вариации. Исследования проводились в 2016–2018 гг. в условиях зимней и весенней теплицы, открытого грунта и интенсивной светокультуры. Выявлено, что высокая изменчивость характерна для признаков: продолжительность вегетативного периода (Cv = 22,7%), площадь листовой поверхности (Cv = 32,9%), длина (Cv = 44,7%) и индекс (Cv = 60,7%) корнеплода, масса растения (Cv = 34,7%) и корнеплода (Cv = 33,3%). Остальные признаки характеризовались средней изменчивостью. Установлено, что влияние генотипа как фактора было основным для всех признаков листового аппарата и корнеплода. Также отмечен значительный вклад взаимодействия генотип×среда в проявление признаков листового аппарата (24,5–31,9%), «масса растения и корнеплода» (29,7–35,2%) и «доля корнеплода» (46,7%). Установлена отрицательная корреляционная зависимость между продолжительностью вегетативного периода и освещенностью (r = –0,64), а также длиной светового дня (r = –0,32). В результате созданные в эксперименте традиционные и новые условия выращивания позволили выявить специфическое проявление признаков листового аппарата и корнеплода редиса, что дало возможность установить нормы реакции для каждого условия выращивания и выделить образцы со стабильной длительностью вегетативного периода и устойчивым проявлением признаков листовой розетки и корнеплода.

Ключевые слова: редис, изменчивость, морфологические и фенологические признаки, генотип, среда.

MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL VARIABILITY OF SMALL RADISH (*RAPHANUS SATIVUS* L.) GROWN UNDER VARIOUS CONDITIONS

A. B. Kurina, A. M. Artemyeva

Federal Research Center N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources

42-44, Bolshaya Morskaya St., St. Petersburg, 190000

E-mail: nastya_n11@mail.ru

The paper presents experimental data on the influence of environmental conditions created by various cultivation methods on the variability of the phenological and morphological characteristics of small radish. The degree of phenotypic variability of selectively significant traits of small radish and the influence of environmental conditions on the range of their variation were determined in the framework of the research. The study was carried out in 2016–2018 in the conditions of winter and spring greenhouses, open ground and intense light culture. It was revealed that high variability is characteristic for the following traits: the duration of the vegetative period (Cv = 22,7%), leaf surface area (Cv = 32,9%), root length (Cv = 44,7%) and root index (Cv = 60,7 %), plant weight (Cv = 34,7%) and root weight (Cv = 33,3%). The other traits were characterized by medium variability. It was established that the influence of the genotype as a factor was the main one for all the characteristics of the leaf apparatus and roots. A significant contribution of the genotype×environment interaction to the manifestation of the leaf apparatus traits (24.5–31.9%), plant and root weight (29.7–35.2%), and the root share (46.7%) was also noted. A negative correlation was established between the duration of the growing period and intensity of illumination (r = –0,64), as well as the length of daylight hours (r = –0.32). As a result, the traditional and new growing conditions created in the experiment allowed to reveal a specific manifestation of the traits of the leaf apparatus and radish root, which made it possible to establish reaction rates for each growing condition and to select accessions with a stable growing period and a steady manifestation of the traits of a leaf rosette and root.

Key words: small radish, variability, morphological and phenological characters, genotype, environment.

ВВЕДЕНИЕ

Определение основных факторов среды и диагностика состояния растений, испытывающих на себе их воздействие, являются неотъемлемыми этапами процесса изучения растений. Для этого исследуется морфофизиологическая изменчивость, которая является важной составляющей при управлении продуктивностью возделываемых культур через создание более благоприятных для роста растений условий на этапах онтогенеза, определяющих формирование продуктовых органов (Еременко и др., 1977; Жученко, 1980, 1985; Прянишников, 2017, 2018).

Известно, что морфологические признаки растений могут изменяться в зависимости от экологических условий (Еременко и др., 1977; Сазонова и др., 1990; Королев и др., 2017). Изучение степени изменчивости фенотипических показателей в различных средовых условиях дает возможность выявить адаптивные стабильные и высоко варьирующиеся признаки и свойства, что необходимо для генетико-селекционной работы. Научно обоснованная характеристика селекционных признаков базируется на оценке степени их изменчивости (Кильчевский и др., 1990, 2008; Сюков, 2015; Прянишников, 2017, 2018).

Редис является популярной и широко возделываемой во всем мире корнеплодной овощной культурой, которая занимает важное место в питании человека. Он отличается высокой продуктивностью, скороспелостью, хорошими вкусовыми качествами и ценным биохимическим составом.

Изучение физиологических реакций данной культуры на условия выращивания следует рассматривать как основную предпосылку для научного обоснования выбора модельных признаков и направлений при селекции на стабильность урожайности и других хозяйственно ценных признаков.

Основными источниками фенотипической изменчивости признаков редиса являются метеорологические условия, длина дня, а также условия освещенности, температуры и влажности воздуха и почвы, складывающиеся при разных сроках посева, уборки и выращивании в различных культивационных сооружениях (Еременко и др., 1977; Угарова, 2019).

Цель настоящей работы заключалась в изучении фенотипической изменчивости морфологических и фенологических признаков редиса (*Raphanus sativus* L.), а также влияния условий выращивания на размах варьирования указанных признаков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследований послужила коллекция редиса ВИР, наиболее полно отражающая разнообразие вида. Она представлена 90 образцами различного эколого-географического происхождения из 37 стран, принадлежащими к 12 сортотипам и 6 разновидностям европейского и китайского подвидов.

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения, биометрические измерения и морфологическое описание растений. При этом учитывались следующие количественные показатели: вегетативный период, высота и диаметр розетки, число листьев, длина и ширина листовой пластинки, площадь листовой поверхности, длина и диаметр корнеплода, форма корнеплода (индекс формы корнеплода), масса растения и корнеплода.

Для определения площади сильно или слабо рассеченных листьев использовалась формула, разработанная Н. Ф. Коняевым (1970): $Y = (a + bx)n$, где Y – площадь листьев; a и b – константы, определяемые методом регрессии; x – квадрат длины листа; n – число листьев у растения. Формула для редиса: $Y = (0,5 + 0,672x)n$.

Коллекция редиса изучалась в четырех условиях выращивания: зимняя остекленная теплица, весенняя поликарбонатная теплица, открытый грунт (Пушкинские лаборатории ВИР, Ленинградская обл.) и интенсивная светокультура (биополигон АФИ).

Схема посева во всех вариантах 10×5 см. Повторность опыта двукратная. Расположение рендомизированное, 20 растений в повторности.

Условия выращивания:

Зимняя теплица. Световой период – 12 часов, температура – 18–20°С. Освещенность – 3–7 кЛк. Влажность почвы – 80%, воздуха – 70%. Толщина корнеобитаемого слоя – 5–7 см.

Весенняя теплица. Световой период в апреле – 13,3–15,9 часов, в мае – 16,0–18,2 часов. Температура в апреле днем – 13,5–18,4ºС, ночью – 4,2–6,7°С, в мае днем – 15,3–23,2°С, ночью – 10,1–12,3°С. Освещенность – 13–16 кЛк. Влажность воздуха – 75–80%, почвы – 80–85%.

Открытый грунт. Световой период в мае – 16,0–18,2 ч., в июне – 18,3–18,9 ч. Температура в мае днем – 12,4–17,5°С, ночью – 5,2–8,7°С, в июне днем – 15,6–19,2°С, ночью – 10,3–13,5°С. Освещенность – 15–18 кЛк. Влажность воздуха – 65–70%, почвы – 75–80%.

Интенсивная светокультура. Вегетационно-облучательная автоматизированная светоустановка (ВСУ). Световой период – 12 часов, температура – 24–26°С. Освещенность – 15–20 кЛк. Оптимальная влажность почвы – 80%, воздуха – 60%. Толщина корнеобитаемого слоя – 3–5 см.

Таким образом, в рамках настоящего исследования изучаемые образцы подвергались воздействию основных лимитирующих факторов: низкая освещенность в зимней теплице, пониженные температуры и увеличивающийся световой день в весенней теплице и открытом грунте, высокая температура в интенсивной светокультуре.

Степень изменчивости изученных признаков *R. Sativus* L. в различных условиях выращивания оценивалась по величине коэффициента вариации (Cv, %) в соответствии со следующей шкалой: <7% – очень низкая, 8–15% – низкая, 16–25% – средняя, 26–35% – повышенная, 36–50% – высокая, >50% - очень высокая (Магомедмирзаев, 1976; Лакин, 1990). Статистическая обработка данных проведена по Б. А. Доспехову (1985) с использованием пакета прикладных программ MS Excel, Statistica 12.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Изучение фенологических и морфологических признаков растений из коллекции позволило выявить широкую амплитуду изменчивости и различное влияние условий выращивания на ее проявление.

Сравнительный анализ продолжительности вегетативного периода по годам и условиям выращивания показал, что условия выращивания оказывают существенное влияние на проявление данного признака. В целом коллекция редиса во всех условиях выращивания характеризовалась высокой изменчивостью продолжительности вегетативного периода (Cv = 22,7%). В условиях зимней теплицы и открытого грунта продолжительность вегетативного периода была более стабильной (Cv = 16,8–16,9%), чем в условиях интенсивной светокультуры и весенней теплицы (Cv = 18,2%) (табл. 1).

Трехфакторный дисперсионный анализ позволил установить доли изменчивости каждого изученного признака, обусловленной каждым фактором.

Выявлено, что признак «продолжительность вегетативного периода» у редиса находится в прямой зависимости от сортовых особенностей растений (доля влияния генотипа как фактора составляла 52,2%) и условий среды (доля влияния – 39,7%). Влияние остальных факторов было незначительным и в сумме не превышало 8,1%.

Отмечено, что время достижения технической спелости образцов находилось в сильной зависимости от условий выращивания. Прослеживалась тенденция к сокращению продолжительности вегетативного периода при выращивании в условиях интенсивной светокультуры и, наоборот, к увеличению при выращивании в зимней теплице. Резкое увеличение продолжительности вегетативного периода при выращивании в зимней теплице связано с низкой освещенностью (r = –0,64). Установлено уменьшение длительности вегетативного периода при выращивании в открытом грунте по сравнению с весенней теплицей, что, вероятно, связано с длительностью светового дня (r = –0,32). Сокращение вегетативного периода в условиях светокультуры, по всей вероятности, связано главным образом с температурными условиями и интенсивным освещением. Отдельные ультраскороспелые и скороспелые образцы редиса из Нидерландов (к-2239, к-2250), Италии (к-2127), Танзании (к-2133) и Алжира (к-2156), относящиеся к сортотипам Красный овально-округлый и Полубелый-полукрасный округлый, характеризовались низкой изменчивостью вегетативного периода во всех условиях выращивания, коэффициент вариации находился в пределах 10,6–11,4%.

Высота и диаметр розетки, длина, ширина листа и количество листьев определяют габитус растений. Особой ценностью отличаются образцы, формирующие крупный корнеплод при низком уровне развития фотосинтетического аппарата.

Среди признаков листового аппарата у редиса средней изменчивостью характеризовались высота и диаметр розетки, а также длина и ширина листа, коэффициент вариации которых не превышал 19,0% в среднем при всех условиях выращивания. В то же время отмечена сильная изменчивость (Cv = 32,9%) признака «площадь листовой поверхности». Наблюдалось высокое варьирование признаков листового аппарата при выращивании растений в весенней теплице и более низкое – при выращивании в зимней (табл. 1).

Установлено увеличение высоты розетки при выращивании редиса в весенней теплице и снижение при выращивании в зимней; увеличение диаметра розетки в открытом грунте и уменьшение в условиях интенсивной светокультуры; увеличение ассимиляционной поверхности в зимней теплице и уменьшение в весенней (рис. 1).

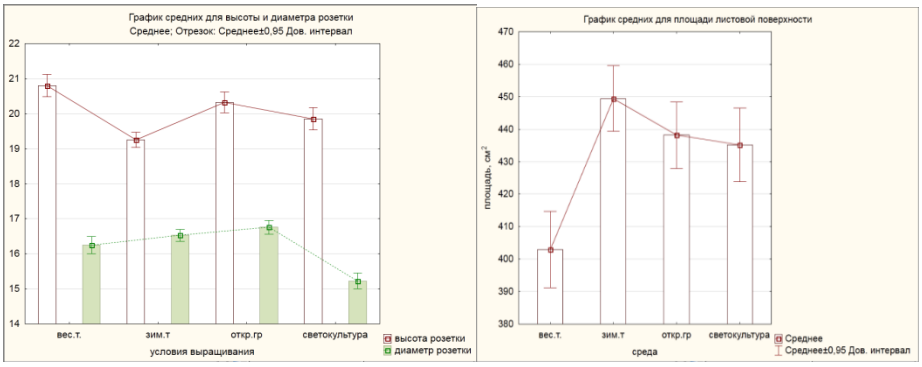

Рис. 1. Изменчивость признаков листового аппарата в разных условиях выращивания

В результате дисперсионного анализа полученных данных выявлено, что основной вклад в изменчивость признаков листовой поверхности был обусловлен генотипом (47,9–55,9%) и взаимодействием генотип×среда (24,5–31,9%). Вклад остальных факторов находился в пределах 0,4–8,6%.

При сравнении степени изменчивости признаков розетки по годам и условиям выращивания выделены образцы со стабильным проявлением указанных признаков: образцы сортотипа Красный овально-округлый из Нидерландов (к-2239, к-2246, к-2250) и Германии (к-2377); Розово-красный овальный – Cavalier bright scarlet (к-1941, Канада); Красный длинный – Bartender red (к-2100, Чили); Розово-красный с белым кончиком овальный – из Болгарии (к-1615) и Чили (к-2097); образец китайского подвида – Вировский белый (к-1666, Россия).

Среди признаков корнеплода средней изменчивостью характеризовались диаметр корнеплода (Cv = 19,3%) и доля корнеплода от общей

массы растения (Cv = 14,6%), остальные признаки имели высокий коэффициент вариации – 33,3–60,7% (табл. 1). Степень варьирования длины и массы корнеплода увеличивалась в условиях весенней теплицы, диаметра корнеплода – при выращивании в зимней теплице, массы растения – в светокультуре, индекса корнеплода – в открытом грунте.

Наблюдалось некоторое увеличение длины и индекса корнеплода и уменьшение диаметра при выращивании растений в зимней теплице и светокультуре (рис. 2). Вероятно, отмеченная тенденция связана с толщиной и плотностью корнеобитаемого слоя. Выявлена слабая корреляционная зависимость между диаметром корнеплода и толщиной корнеобитаемого слоя (r = 0,21), а также освещенностью (r = 0,15).

В условиях зимней теплицы происходила сильная деформация корнеплодов за счет вытягивания подсемядольного колена в начальные фазы роста, что связано с низкой освещенностью.

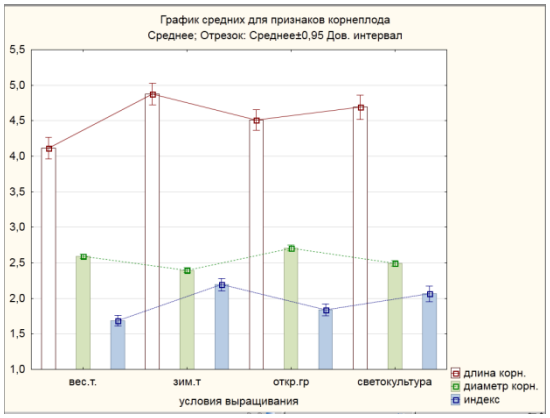

Рис. 2. Изменчивость признаков корнеплода в разных условиях выращивания

В результате анализа генотип-средовых взаимодействий выявлено, что основным фактором, обуславливающим изменчивость признаков корнеплода, является генотип. Установлен высокий вклад генотипа в изменчивость признаков «длина корнеплода» и «индекс корнеплода» – 84,2–87,4%. Вклад генотипа как фактора в изменчивость признака «диаметр корнеплода» составил 61,9%. Также отмечено влияние взаимодействия генотип×среда на проявление данного признака (16,7%), что подтверждается наличием зависимости диаметра корнеплода от условий среды.

Выделены образцы со стабильным проявлением признака «форма корнеплода» при разных условиях выращивания: с/т Красный овально-округлый: Champion (к-2111, Чили), KD (к-2167, Нидерланды), Vetomag (к-2192, Венгрия), Inca (к-2202, Нидерланды), Lubimi (к-2219, Болгария), Гиочел (к-2325, Молдавия), Minitas (к-2405, Нидерланды); с/т Розово-красный с белым кончиком округлый: Gaudry (к-2168, Нидерланды); с/т Белый длинный: Jegcsap (к-2383, Венгрия).

Отмечено увеличение массы растения и корнеплода в открытом грунте и доли корнеплода от массы всего растения – в условиях светокультуры. В зимней теплице образцы формировали корнеплод меньшей массы, вследствие чего доля корнеплода снижалась. В весенней теплице масса корнеплода у образцов в среднем была несколько выше, чем в зимней, в открытом грунте – самая высокая, в светокультуре – самая низкая (рис. 3).

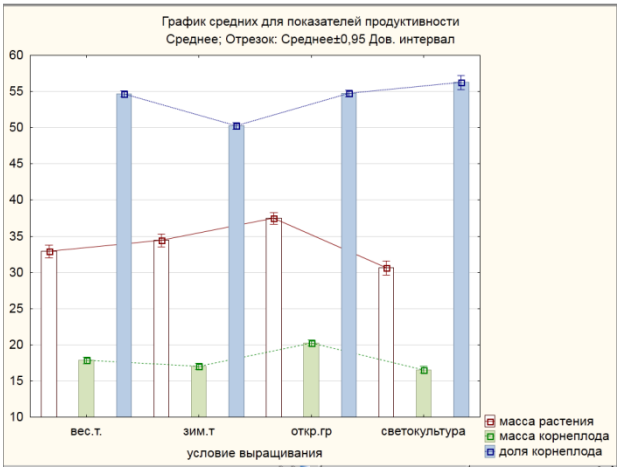

Рис. 3. Изменчивость признаков продуктивности в разных условиях выращивания

Таблица 1. **Изменчивость морфологических и фенологических признаков редиса в разных условиях выращивания (2016–2018 гг.)**

Признаки	Зимняя теплица		Весенняя теплица		Открытый грунт		Светокультура		Среднее	
	$X_{ср}$±Sd X_{min}–X_{max}	Cv, %	$X_{ср}$±Sd X_{min}–X_{max}	Cv, %	$X_{ср}$±Sd X_{min}–X_{max}	Cv, %	$X_{ср}$±Sd X_{min}–X_{max}	Cv, %	$X_{ср}$±Sd X_{min}–X_{max}	Cv, %
Вегетационный период, дни	33,2±5,5 24,0–51,0	16,8	24,9±4,5 18,0–41,0	18,2	24,8±4,2 19,0–40,0	16,9	22,9±4,2 18,0–34,0	18,2	27,3±6,1 18,0–51,0	22,7
Высота розетки, см	19,3±2,9 10,4–27,6	15,2	20,8±4,3 12,0–33,6	20,4	20,3±3,9 10,5–32,4	19,5	19,9±3,7 12,6–29,9	18,6	20,1±3,8 10,4–33,6	18,9
Диаметр розетки, см	16,5±2,2 10,3–23,0	13,5	16,2±3,3 9,4–25,2	20,0	16,8±2,6 9,9–23,5	15,7	15,2±2,6 9,5–22,3	17,3	16,3±2,8 9,4–25,2	17,0
Длина листа, см	11,4±1,7 6,5–16,7	15,2	10,7±2,1 6,3–18,4	19,2	11,2±1,8 6,3–16,0	16,1	11,2±1,7 7,9–15,5	15,2	11,1±1,9 6,3–18,4	17,2
Ширина листа, см	7,8±1,4 4,8–12,4	17,3	6,8±1,3 3,9–11,3	19,9	7,3±1,2 4,0–10,0	16,6	6,9±1,2 4,6–9,2	17,1	7,2±1,3 3,9–12,4	18,7
Площадь лист. поверхности, $см^2$	449,5±134,7 144,5–936,2	29,9	402,9±157,1 135,4-1140,1	39,0	438,2±136,9 135,8–862,7	31,2	435,2±131,5 212,2–809,7	30,2	431,2±141,9 135,4-1140,1	32,9
Длина корнеплода, см	4,9±2,0 2,3–13,5	41,8	4,1±2,0 1,7–12,0	49,6	4,5±1,9 2,0–10,6	43,1	4,7±2,0 2,5–11,4	42,8	4,5±2,0 1,7–13,5	44,7
Диаметр корнеплода, см	2,4±0,5 0,9–4,0	20,4	2,6±0,4 1,5–4,0	15,9	2,7±0,5 1,4–4,4	19,8	2,5±0,5 1,4–3,6	18,5	2,6±0,5 0,9–4,4	19,3
Индекс корнеплода	2,2±1,2 0,9–6,0	54,1	1,7±1,0 0,7–6,0	61,2	1,8±1,2 0,7–5,5	61,4	2,1±1,3 0,9–8,0	63,7	1,9±1,2 0,7–8,0	60,7
Масса растения, г	34,4±11,9 13,9–75,7	34,5	32,9±11,9 12,4–68,8	36,5	37,4±10,8 15,6–74,2	28,8	30,6±11,7 11,4–56,8	38,1	34,1±11,8 11,4–75,7	34,7
Масса корнеплода, г	17,1±5,7 7,3–36,1	33,5	17,8±6,4 6,3–36,8	35,6	20,3±5,6 9,0–41,5	27,7	16,5±5,6 6,4–37,0	33,7	18,0±6,0 6,3–41,5	33,3
Доля корнеплода, %	50,2±6,7 25,0–70,3	13,3	54,7±5,5 40,9–76,1	10,1	54,7±6,3 37,0–83,3	11,5	56,3±11,4 27,4–89,1	20,3	53,8±7,9 25,0–89,1	14,6

Дисперсионный анализ полученных данных показал, что основной вклад в изменчивость признаков «масса растения» и «масса корнеплода» вносят генотип (59,4% и 51,6%) и взаимодействие генотип×среда (29,7–35,2%), вклад остальных факторов и взаимодействий в сумме составлял 10,8–13,2%.

Основной вклад в изменчивость признака «доля корнеплода» вносили взаимодействие генотип×среда (46,7%) и генотип (31,4%), также отмечен незначительный вклад взаимодействия генотип×год×среда (10,2%).

В целом наблюдалась сильная экологическая изменчивость по признаку «масса корнеплода». Выделены образцы, у которых масса корнеплода и доля корнеплода от массы растения слабо изменялись в различных условиях выращивания. Среди розово-красной разновидности выделялись округлые образцы из Нидерландов (к-2166, Neoro; к-2246, Amora), Молдавии (к-2325, Гиочел) и Турции (к-2120, Местный). Среди образцов с белым кончиком выделялись следующие: с округлой формой корнеплода – Round red white tip (к-2010, Дания), Early scarlet turnip (к-2019, США) и Rabanito (к-2402, Аргентина); с цилиндрической формой – образцы из Швеции (к-2176, Delikat) и Франции (к-2199, De Pomtaise; к-2366, Pernot). Среди белой разновидности выделены образцы с длинным корнеплодом – Istap № 1687 (к-2122, Турция) и Balady (к-2136, Венгрия); среди китайского подвида – местный образец из Афганистана (к-2217) с розово-красным корнеплодом.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено, что все изученные морфологические и фенологические признаки изменяются в зависимости от условий выращивания. Наибольшая амплитуда варьирования характерна для признаков «длина и масса корнеплода» и «площадь листовой поверхности». Созданные условия выращивания позволили выявить специфическое проявление признаков листового аппарата и корнеплода редиса, что дало возможность установить нормы реакции для каждого условия выращивания и выделить образцы для использования в овощеводстве и в качестве источников селекционно-ценных признаков для каждой среды, а также образцы со стабильной длительностью вегетативного периода и устойчивым проявлением признаков листовой розетки и корнеплода для селекции на адаптивность. Преимущественно это образцы сортотипов Красный овально-округлый, Розово-красный с белым кончиком округлый и Белый длинный (староместные и новейшей селекции).

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0662-2019-003 «Генетические ресурсы овощных и бахчевых культур мировой коллекции ВИР: эффективные пути расширения разнообразия, раскрытия закономерностей наследственной изменчивости, использования адаптивного потенциала».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

Генетические основы селекции растений. Т. 1. Общая генетика растений / Науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. Минск: Белорусская наука, 2008. 551 с.

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985.

Еременко Л. Л., Гринберг Е. Г. Морфофизиологическая изменчивость овощных растений (в связи с условиями выращивания). Новосибирск: СО Наука. 1977. 298 с

Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбинез, агробиоценоз). Кишинев, 1980. 587 с.

Жученко А. А., Король А. Б. Рекомбинация в эволюции и селекции. М.: Наука, 1985. 400 с.

Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Генотип и среда в селекции растений. Минск: Наука и техника, 1989. 191 с.

Коняев Н. Ф. Математический метод определения площади листьев растений // Докл. ВАСХНИЛ. 1970. № 9.

Королев К. П., Боме Н. А. Оценка генотипов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) по экологической адаптивности и стабильности в условиях Северо-Восточной части Беларуси // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 615–621.

Лакин Г. Ф. Биометрия. М., 1990.

Магомедмирзаев М. М. О проблемах морфологического счета и изменения с позиций фенетики растений // Общая биология. 1976. № 37(3). С. 331–343.

Прянишников А. И., Савченко И. В. Алгоритмы селекционных программ на адаптивность // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 4(24). С. 54–61.

Прянишников А. И., Савченко И. В., Мазуров В.Н. Адаптивная селекция: теория и практика отбора на продуктивность // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 3. С. 29–32.

Сазонова Л. В., Власова Э. А. Корнеплодные растения: морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, редис, редька. Л.: ВО Агропромиздат, 1990. 296 с.

Сюков В. В., Менибаев А. И. Экологическая селекция растений: типы и практика (обзор) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 4(3). С. 463–466.

Угарова С. В. Особенности селекции и семеноводства редиса в Сибири // Овощи России. 2019. № 4. С. 25–28.

References

Geneticheskie osnovy selekcii rastenij [Genetic basis of plant breeding]. *T. 1. Obshchaya genetika rastenij* / nauch. red. A. V. Kil'chevskij, L. V. Hotyleva. Minsk: Belorusskaya nauka, 2008. 551 p.

Dospexov B. A. *Metodika polevogo opy`ta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul`tatov issledovanij)* [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. 5-e izd., dop. i pererab. Moscow: Agropromizdat, 1985.

Eremenko L. L., Grinberg E. G. *Morfofiziologicheskaya izmenchivost` ovoshhny`x rastenij (v svyazi s usloviyami vy`rashhivaniya)* [Morphophysiological variability of vegetable plants (in connection with growing conditions)]. Novosibirsk: SO Nauka. 1977. 298 p.

Zhuchenko A. A. *E`kologicheskaya genetika kul`turny`x rastenij (adaptaciya, rekombinez, agrobiocenoz)* [Ecological genetics of cultivated plants (adaptation, recombinosis, agrobiocenosis)]. Kishinev, 1980. 587 p.

Zhuchenko A. A., Korol` A. B. Rekombinaciya v e`volyucii i selekcii. [Recombination in evolution and selection]. Moscow: Nauka, 1985. 400 p.

Kil`chevskij A.V., Xoty`leva L.V. *Genotip i sreda v selekcii rastenij.* [Genotype and environment in plant breeding]. Minsk: Nauka i texnika, 1989. 191 p.

Konyaev N. F. Matematicheskij metod opredeleniya ploshhadi list`ev rastenij [The mathematical method for determining the area of plant leaves] // *Dokl. VASXNIL*, 1970, no. 9.

Korolev K. P., Bome N. A. Ocenka genotipov l'na-dolgunca (Linum usitatissimum L.) po ekologicheskoj adaptivnosti i stabil'nosti v usloviyah Severo-Vostochnoj chasti Belarusi [Assessment of genotypes of flax flax (*Linum usitatissimum* L.) by environmental adaptability and stability in the conditions of the North-Eastern part of Belarus] // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 2017, t. 52, no. 3, p. 615–621.

Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, 1990.

Magomedmirzaev M. M. O problemax morfologicheskogo scheta i izmeneniya s pozicij fenetiki rastenij [On the problems of morphological counting and changes in terms of plant phonetics] // *Obshhaya biologiya*, 1976, no. 37(3), pp. 331–343.

Pryanishnikov A.I. Algoritmy selekcionnyh programm na adaptivnost' [Algorithms of breeding programs for adaptability]. / A. I. Pryanishnikov, I. V. Savchenko // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, no. 4(24), pp. 54–61.

Pryanishnikov A. I., Savchenko I. V., Mazurov V. N. Adaptivnaya selekciya: teoriya i praktika otbora na produktivnost'[Adaptive selection: theory and practice of selection for productivity] // *Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki*, 2018, no. 3, pp. 29–32.

Sazonova L. V., Vlasova E`. A. *Korneplodny`e rasteniya: morkov`, sel`derej, pet-rushka, pasternak, redis, red`ka* [Root plants: carrots, celery, parsley, parsnip, small radish, radish]. Leningrad: Agropromizdat, 1990. 296 p.

Syukov V. V. Ekologicheskaya selekciya rastenij: tipy i praktika (obzor) [Ecological plant breeding: types and practice] / V. V. Syukov, A. I. Menibaev // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2015, t. 17, no. 4(3), pp. 463–466.

Ugarova S. V. Osobennosti selekcii i semenovodstva redisa v Sibiri [Features of selection and seed production of radish in Siberia] // *Ovoshchi Rossii*,2019, no. 4, pp. 25–28.